

颜瑞 著

# 几种车辆路径问题模型 及智能优化算法研究

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社  
Economic Science Press

# 几种车辆路径问题模型及 智能优化算法研究

颜 瑞 著

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社  
Economic Science Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

几种车辆路径问题模型及智能优化算法研究/颜瑞著.  
—北京: 经济科学出版社, 2017. 8  
ISBN 978 - 7 - 5141 - 8355 - 9

I. ①几… II. ①颜… III. ①物流 - 货物运输 -  
研究 IV. ①F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 202098 号

责任编辑: 王 丹 赵 芳  
责任校对: 王苗苗  
版式设计: 齐 杰  
责任印制: 邱 天

## 几种车辆路径问题模型及智能优化算法研究

颜 瑞 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

总编部电话: 010 - 88191217 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www.esp.com.cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [esp@esp.com.cn](mailto:esp@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: <http://jjkxchs.tmall.com>

北京季蜂印刷有限公司印装

880 × 1230 32 开 6.125 印张 200000 字

2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 8355 - 9 定价: 38.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@esp.com.cn](mailto:dbts@esp.com.cn)

# 前 言

运输和装卸是物流配送系统的两个重要环节，从成本上看，运输成本在物流配送成本结构中更是占据了绝对高的比重。从运输环节中抽象出来的科学问题是车辆路径问题，从装卸环节中抽象出来的科学问题是装箱问题。在过去的几十年时间里，关于车辆路径问题和装箱问题的研究都分别取得了长足的发展，但一直以来对于这两个问题的研究是独立进行的。

在现代化的物流配送体系中，很多时候需要同时考虑运输和装卸这两个问题，比如家电、家具的送货上门服务。对于这类问题，只有将这两个环节同时进行考虑，才能既保证所选择的配送线路成本最低，又保证货物能够全部合理地装箱入车。将运输和装卸联合起来考虑的科学问题称为考虑装箱约束的车辆路径问题，近年来这一问题开始逐渐引起国内外学者的关注。目前，关于这类问题的研究较少且松散，没有形成系统的知识结构，不利于学者们进行深入的研究和广泛的交流。

本书在充分研究现有文献的基础之上，结合物流配送的实践经验，总结考虑装箱约束的车辆路径问题的基本思路和基本方法，最终成功建立多个相关数学模型并提出求解算法。

本书可为研究物流优化、车辆路径问题以及相关研究方向提供参考。

本书主要内容全部由颜瑞撰写完成，邱冠男负责部分章节的校

对和修改工作。此外，感谢北京科技大学经济管理学院张群教授、朱晓宁副教授、孙海峰硕士以及北京信息科技大学经济管理学院刘鑫硕士为本书所做的贡献。

作者

2017年8月

# 目 录

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 第一章 中国物流业发展概况 .....         | 1  |
| 第一节 中国物流业发展概况 .....         | 1  |
| 第二节 本书框架 .....              | 9  |
| 第二章 车辆路径问题研究现状 .....        | 12 |
| 第一节 车辆路径问题描述 .....          | 13 |
| 第二节 车辆路径问题分类及研究现状 .....     | 15 |
| 第三章 装箱约束车辆路径问题研究现状 .....    | 29 |
| 第一节 问题的提出 .....             | 29 |
| 第二节 总体研究现状 .....            | 31 |
| 第三节 二维装箱约束车辆路径问题研究现状 .....  | 34 |
| 第四节 三维装箱约束车辆路径问题研究现状 .....  | 36 |
| 第五节 国内研究现状 .....            | 39 |
| 第四章 装箱约束车辆路径问题概述 .....      | 41 |
| 第一节 二维装箱约束车辆路径问题描述 .....    | 41 |
| 第二节 三维装箱约束车辆路径问题描述 .....    | 43 |
| 第三节 装箱约束车辆路径问题的求解算法介绍 ..... | 46 |

|                                                      |            |
|------------------------------------------------------|------------|
| <b>第五章 智能优化算法概述 .....</b>                            | <b>52</b>  |
| 第一节 绪论 .....                                         | 52         |
| 第二节 遗传算法 .....                                       | 58         |
| 第三节 禁忌搜索算法 .....                                     | 61         |
| 第四节 模拟退火算法 .....                                     | 64         |
| 第五节 蚁群算法 .....                                       | 72         |
| 第六节 粒子群算法 .....                                      | 76         |
| <b>第六章 多车场、多车型、多产品车辆路径问题模型及<br/>        算法 .....</b> | <b>82</b>  |
| 第一节 多车场、多车型、多产品车辆路径问题数学<br>模型 .....                  | 83         |
| 第二节 模糊遗传算法 .....                                     | 86         |
| 第三节 数值试验 .....                                       | 94         |
| <b>第七章 考虑随机需求车辆路径问题模型及算法 .....</b>                   | <b>100</b> |
| 第一节 考虑随机需求车辆路径问题数学模型 .....                           | 100        |
| 第二节 免疫遗传算法 .....                                     | 102        |
| 第三节 IA-GA 算法收敛性和复杂性分析 .....                          | 106        |
| 第四节 数值试验 .....                                       | 107        |
| 第五节 本章小结 .....                                       | 108        |
| <b>第八章 带二维装箱约束的车辆路径优化问题研究 .....</b>                  | <b>109</b> |
| 第一节 带二维装箱约束的车辆路径优化问题数学<br>模型 .....                   | 109        |
| 第二节 GQPSO 算法 .....                                   | 112        |
| 第三节 数值试验 .....                                       | 121        |
| 第四节 本章小结 .....                                       | 123        |

|                                                    |            |
|----------------------------------------------------|------------|
| <b>第九章 求解带二维装箱约束的车辆路径优化问题的混合<br/>自适应遗传算法 .....</b> | <b>124</b> |
| 第一节 带二维装箱约束的车辆路径优化问题数学<br>模型 .....                 | 124        |
| 第二节 自适应遗传算法 .....                                  | 126        |
| 第三节 数值试验 .....                                     | 135        |
| 第四节 本章小结 .....                                     | 137        |
| <b>第十章 考虑三维装箱约束的车辆路径问题模型及算法 .....</b>              | <b>138</b> |
| 第一节 考虑三维装箱约束的车辆路径问题数学模型 .....                      | 138        |
| 第二节 引导式局部搜索遗传算法 .....                              | 142        |
| 第三节 数值试验 .....                                     | 150        |
| 第四节 本章小结 .....                                     | 153        |
| <b>第十一章 考虑三维装箱约束的多车场车辆路径问题模型及<br/>算法 .....</b>     | <b>154</b> |
| 第一节 考虑三维装箱约束的多车场车辆路径问题数学<br>模型 .....               | 155        |
| 第二节 引导式局部搜索混合遗传算法 .....                            | 160        |
| 第三节 数值试验 .....                                     | 164        |
| 第四节 本章小结 .....                                     | 169        |
| <b>参考文献 .....</b>                                  | <b>170</b> |
| <b>作者相关研究成果 .....</b>                              | <b>185</b> |



# 第一章

## 中国物流业发展概况

### 第一节 中国物流业发展概况

物流业是融合运输业、仓储业、货代业和信息业等产业的现代化、复合型服务产业。物流业是国民经济的重要组成部分，在促进产业结构调整、转变经济发展方式和增强国民经济竞争力等方面发挥着重要作用。物流业的发展应当与国家经济总量成正比、与国家经济发展水平成正比。物流规模与经济发展水平一致时，能够显著地促进经济发展；物流规模过小，将会影响各个行业的生产、销售，进而制约整个经济的发展；物流规模过大，将会造成大量资金冗余、浪费，产生虚假繁荣的物流业，对经济发展产生很大的负面作用。

物流产业是现代化大生产和专业化分工不断加深的产物，是促进经济发展的“加速器”和“第三利润源泉”，其发展程度是衡量一国现代化程度和国际竞争力的重要标志之一。当前，伴随经济全球化以及世界范围内服务经济的发展，物流产业作为一个新兴的服务部门，正在全球范围内迅速兴起，跨国化、规模化和网络经济化等现象已经成为全球物流产业发展的重要趋势。

伴随着中国网络购物的迅速发展，中国的物流行业也在其带动

下迅速地发展着。而且随着经济全球化和信息技术的不断发展,国际物流业已成为国际间商业贸易的一种重要实现方式和必要手段,中国的物流行业也在不断地向国际物流方向发展。现如今,中国的物流状况较前几年来说,有了很大的进步。特别是在中国的物流环境和供给与需求方面来看,发展是很迅速的。而且,中国物流的发展,也带动了我国第三产业的发展,也对中国经济发展具有一定的帮助。

中国物流与采购联合会和中国物流学会联合发布的《中国物流发展报告》(2010 ~ 2011) 显示,2010 年中国社会物流总额达 125.4 万亿元,同比增长 15%,增幅比 2009 年提高 3.7 个百分点。其中,工业品物流总额达 113.1 万亿元,同比增长 14.6%。工业品物流总额占社会物流总额的比重为 90.2%,是带动社会物流总额增长的主要因素。2010 年中国社会物流总费用达 7.1 万亿元,同比增长 16.7%,与当年 GDP 的比率为 17.8%。其中,运输费用 3.8 万亿元,同比增长 14%,占社会物流总费用的比重为 54%;保管费用 2.4 万亿元,同比增长 20.5%,占社会物流总费用的比重为 33.9%;管理费用 0.9 万亿元,同比增长 19%,占社会物流总费用的比重为 12.1% (何黎明,中国物流与采购联合会,中国物流学会,2011)。从全国社会物流费用结构来看,运输费用所占的比重已经超过 50%。因此,减少物流成本就必须重视运输环节,提高运输效率、降低运输费用。

目前,中国物流成本一直处于较高的水平,与发达国家相比还有较大的下降空间。如表 1-1 所示,中国物流总费用与 GDP 的比率长期维持在 20% 左右,美国和日本等发达国家的这一比率基本维持在 10% 以内。在中国,物流业是一个新兴的服务产业,物流业的发展还处于起步阶段,整体发展水平较低,维持中国目前经济运行水平所需的物流成本远远高于发达国家。过高的物流成本,制约了国民经济的发展,削弱了企业的市场竞争力,成为企业发展的一个

“瓶颈”。中国物流成本是发达国家的 2 倍多，物流产业的效率偏低。另外，中国物流业务附加值低，增值服务少。多数从事物流服务的企业只能提供单一运输和仓储服务，缺乏流通加工、物流信息服务、库存管理、物流成本控制等增值服务，特别是物流方案设计以及全程物流服务等高附加值服务方面还没有完全展开，导致物流活动长期处于低水平的粗放阶段。

表 1-1 中国与美国、日本社会物流总费用与 GDP 比率 单位：%

| 年份   | 中国   | 美国   | 日本  |
|------|------|------|-----|
| 1996 | 21.1 | 10.3 | 9.3 |
| 1997 | 21.1 | 10.2 | 9.3 |
| 1998 | 20.2 | 10.1 | 9.0 |
| 1999 | 19.9 | 9.9  | 8.8 |
| 2000 | 19.4 | 10.1 | 8.7 |
| 2001 | 18.8 | 9.5  | 8.5 |
| 2002 | 18.9 | 8.7  | 8.4 |
| 2003 | 18.9 | 8.5  | 8.2 |
| 2004 | 18.8 | 8.6  | 8.5 |
| 2005 | 18.6 | 9.5  | 8.4 |
| 2006 | 18.3 | 9.7  | 8.7 |
| 2007 | 18.2 | 9.9  | 8.9 |
| 2008 | 18.1 | 9.4  | 9.1 |
| 2009 | 18.1 | 7.8  | 8.6 |
| 2010 | 17.8 | 8.3  | *   |
| 2011 | 17.8 | 8.5  | *   |
| 2012 | 18.1 | 8.5  | *   |
| 2013 | 18.0 | *    | *   |
| 均值   | 18.9 | 9.3  | 8.7 |

注：标记“\*”为相关年份报告未公开。

资料来源：中国物流信息中心，《2006 年上半年中国物流运行情况分析》；中国物流与采购联合会，《中国物流发展报告》（2012~2013）。

“十一五”期间，中国政府非常重视物流业的发展。2009年3月，国务院发布《物流业调整和振兴规划》（以下简称《规划》），带动了各部门、各地方对物流业的重视和支持，物流业发展的政策环境进一步改善。按照《规划》要求，国家发展和改革委员会、商务部、财政部、交通运输部、铁道部及工业和信息化部等各大部委均采取积极措施，大力支持物流业发展，带动社会资金投入。随着“十二五”规划的制定和推行，对各行业节能减排的要求越来越高。物流业能源消耗高，节能减排任务重。依赖“高投入、高消耗、高排放、低产出、低效益、低科技含量”的传统物流运作模式，面临非常严峻的挑战。

继降低生产成本和提高销售额之后，降低物流成本被称为企业的“第三利润源”（韩西林，1989）。通过发展物流业，提高运输效率，加快商品和资金周转，可以大幅度提高全社会的物流效率，降低企业的物流成本。提高物流效率、降低物流成本，不仅能给企业带来可观的利润增长，还能给国家带来很高的社会效益。根据北美和欧洲的大量实际应用显示，对物流配送过程进行优化，可以降低5%~20%的总运输成本，而总运输成本在商品总成本中占10%~20%（Toth, Vigo, 2001）。

多年来，中国社会物流成本居高不下，与GDP的比率一直保持在18%左右，而美国和欧美发达国家这一数据仅为8%~10%。一般来讲，运输成本比重越高，管理成本比重越低，说明物流水平越好。数据显示，2012年中国社会物流总费用中，管理费用占12.3%，而美国平均只有3.8%左右；运输费用占52.5%，而美国平均占63%左右，这说明中国物流成本构成与发达国家有一定的差距，物流水平亟待提高。

物流成本过高将对中国的经济带来一系列负面影响，如阻碍行业发展、使消费者购买力外流、降低企业竞争力等。

2012年全球经济低迷，对中国的经济实体产生了巨大影响，冲

击着国内整个制造、加工及外贸等行业。

由于这些行业是物流需求主体，因此这些企业业务量的萎缩必将导致物流业的业务量减少，从而使物流业也陷入一个低潮期。如中国航运、港口总体表现为需求放缓，运力增加，成本上涨，运价下降，亏损扩大，导致中国大批中心航企存在破产倒闭风险。

电子商务领域几大电商巨头竞争激烈，而且受当前物流成本过高的影响，处境都比较艰难。很多做物流的电商都是在亏本经营。亚马逊公布的2012年第二季度财报显示利润同比下降96%，创下自2002年以来季度净利润同比最大降幅。

总体来说，中国物流运行增速有所趋缓，社会物流总额增速已经连续多个季度放缓，物流有效需求不足，业务规模缩小，资源闲置，企业经营效益明显下降，给中国物流业发展带来巨大的压力。

据中国物流与采购联合会发布的“2010中国物流企业50强排名”显示，前50强物流企业主营业务收入达4506亿元，比2005年增长26%。其中，中国远洋运输（集团）总公司主营业务收入超过千亿元，中国外运长航集团有限公司等8家企业主营业务收入超过百亿元，所有50强企业主营业务收入均超过10亿元。这些企业的物流配送过程是国内领先的，但是与世界领先的物流企业相比，依然有很大的提升空间。

导致物流企业成本居高不下的原因主要有以下3方面。

（1）社会因素：政府对物流公共基础设施投资不足。对于公共基础设施的建设，政府应承担大部分推动责任，但是目前中国尚未建立高效便捷、能力充分、衔接顺畅、布局合理的物流园区与综合物流交通运输体系，交通运输基础设施存在着严重的城乡与地区差异。物流园区缺乏公益性支持，政府扶持力度小，在很多地方的物流园区规划中，不是从满足企业提高物流运作效率、降低成本的需求，进而提升城市整体经济运行效率公共信息平台的缺失增加了物流企业及时获取信息的成本的角度来发展物流行业，而是求大求

全,单纯地为政绩而建物流园区。因此,很多物流园区并没有在物流运输网络中起到应有的作用。企业如果应用现有的园区,不能达到所需要的要求,反而会增加企业的运输仓储成本等。因此,企业往往需要在自建物流体系上花费大量投资,造成企业物流成本过高,影响企业的发展。

(2) 企业自身因素:发展理念落后。目前中国物流行业的集约化和组织化程度比较低,第三方物流仍处于初级发展阶段,物流企业规模大小不一、管理水平参差不齐,普遍存在“散、多、乱、小、差”的问题,物流市场“需求不足”和“供给不足”的问题同时存在。物流企业之间缺乏有效的合作与整合,忽视了规模经济效益,不能充分利用资源,如很多企业的运输设备的空载率很高,运输线路的分配也不合理。很多物流企业在进行物流服务时没有考虑物流服务的系统性和整体性,仅从局部入手,忽视了能够降低成本的隐形环节,只把注意力集中在降低成本的显性环节上。没有结合中国实际国情来进行统一服务设计。比如说,中国的很多产业有明显的集聚现象,服务一家企业的同时可以考虑为集聚范围内的多家企业同时提供服务,来进行整体的规划,充分利用空置资源。

(3) 体制因素:市场规范程度落后。中国的物流市场规范程度有待于进一步加强。目前中国的物流企业合法注册登记的大约有400万家,非法营运的则不计其数,但是每个企业的规模都不大,即使是中国前5家最大的物流公司的年营业额总和也还不到整个行业总额的2%。而全美国的物流企业总数大约才只有6000多家,前5家最大的物流公司的年营业额总和大约占全美物流行业总额的40%。物流管理部门各自为政,难以形成统一的市场规范条例。目前的物流运营平台如公路、铁路、水路、航空分别属于不同的部门管理,他们之间的物流系统没有很好地衔接整合,因此企业不能科学经济地来利用成熟有效的物流网,比如充分利用多式联运等,来降低自己的物流费用。

另外，高昂的物流管理费用也增加了企业的物流成本。运输过程中的路桥费、管理费用、证件费等费用占物流总成本的比例高达1/3。近几年油价的上升，通货膨胀和劳动力成本的上升更增加了企业的物流成本，企业面临的经营压力越来越大。名目繁多的税种会让企业普遍存在重复纳税的现象，也给企业带来了很大的成本负担。

如果采用更先进的物流配送模式，将会给这些物流企业带来几千万，甚至几个亿的利润提升。目前，在中国大部分的物流企业中，信息技术的应用还不够广泛，很多工作都是通过人工操作完成，导致无法快速组织配送，这种模式不仅增加了物流成本，还大大降低了服务质量。

货物运输主要依靠铁路、水运、航空和公路，公路货运以其成本低、门槛低、方便快捷及运营机制灵活等优点，在货运市场中占据了很大份额。中国属于大陆型国家，幅员辽阔、内陆深广，且资源分布与工业布局严重不平衡。中国资源主要集中在北部和西部，加工业主要集中在东部和南部。面对这样的格局，中国的货物运输市场也形成了自身的特色。目前，中国运距在800公里以上的中长距离货物运输或800公里以内的大宗货物运输主要由铁路和水运承担，800公里以内的大区域内的整车运输和零担运输主要由公路运输承担。2010年，中国全年货物运输总量320亿吨，其中公路货物运输总量达242.5亿吨，占总量的75.7%。2010年，中国全年货物运输周转量13.73万亿吨，其中公路货物运输周转量达4.3万亿吨，占总量的31.3%。随着国家高速公路网的迅速发展，公路货运已经成为影响中国物流运输成本的关键环节。

在全世界发达国家，箱式货车与集装箱拖车已经成为公路货运的主要装备，占公路货运量的90%，成为衡量一个国家交通运输综合水平的重要标志。采用这种运输方式可提高运输效率30%~50%，成本降低30%~40%，油耗下降20%~30%。目前，中国货运车辆运力结构不合理，车辆总体水平不能适应公路特别是高等

级公路的发展。货运车辆以中型普通敞篷货车为主, 高效低耗的重型货车、箱式货车、集装箱拖挂车和各类特种专用汽车所占比重低。截至 2000 年, 全国民用汽车保有量为 1609 万辆, 其中从事道路运输的汽车为 570 万辆, 在 440 万辆货车中有 430 万辆普通载货汽车, 占货车总数的 98%, 而集装箱拖挂车、零担车、大件运输车、罐车及冷藏车等专用汽车 9.9 万辆, 仅占 2%。在美国, 汽车货运量中, 70% 使用专用货车运输。

发展物流业的核心任务是优化物流系统, 最大限度地提高物流效率, 最大限度地降低物流成本。物流系统包括运输、配送、仓储、装卸、搬运、包装、流通加工及信息处理等基本环节。运输是物流系统的一大支柱, 物流运输业逐步成为当前的热门行业之一。中国物流与采购联合会的报告显示, 运输费用占社会物流总费用的 50% 以上。表 1-2 给出近五年社会物流总费用中各部分与 GDP 的比率, 从表 1-2 中可看出, 运输费用一直是影响社会物流总费用的重要因素。要实现降低物流总成本的目标, 就必须有效地控制运输成本。因此, 研究运输的相关理论和方法对降低物流总成本有着非常重要的现实意义。

表 1-2

近五年社会物流总费用统计

| 年份   | 社会物流<br>总费用<br>(万亿元) | 运输费用<br>与 GDP 比率<br>(%) | 保管费用<br>与 GDP 比率<br>(%) | 管理费用<br>与 GDP 比率<br>(%) | 总费用与<br>GDP 比率<br>(%) |
|------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|
| 2006 | 3.8                  | 10.0                    | 6.0                     | 2.4                     | 18.4                  |
| 2007 | 4.7                  | 9.8                     | 6.0                     | 2.4                     | 18.2                  |
| 2008 | 5.7                  | 9.5                     | 6.3                     | 2.3                     | 18.1                  |
| 2009 | 6.08                 | 10.0                    | 5.9                     | 2.2                     | 18.1                  |
| 2010 | 7.1                  | 9.5                     | 6.0                     | 2.3                     | 17.8                  |
| 2011 | 8.4                  | 9.3                     | 6.1                     | 2.1                     | 17.8                  |
| 2012 | 9.4                  | 9.4                     | 6.3                     | 2.3                     | 18.1                  |
| 2013 | 10.2                 | 9.5                     | 6.4                     | 2.3                     | 18.0                  |

资料来源: 中国物流与采购联合会, 《中国物流发展报告》(2010~2011)。



“十五”规划要求发展厢式货车、集装箱拖挂车，特别是8吨以上的多轴重载大型汽车，从而改善货运车辆结构。不仅为外贸服务，也为内贸服务，特别是物流活动中的门到门服务。改善货运车辆结构不仅需要投入大量高效低耗的车辆装备，还需要有先进物流理论的支持。研究适应高效低耗货运车辆的物流配送理论，能够大力促进货运车辆运力结构的改善，从而大幅度提高运输效率、降低物流成本。否则，如果盲目增加大型车辆的数量，而不加强整体物流配送的科学化管理，则会造成大量浪费和成本攀升。目前，国内外关于厢式货车、集装箱挂车物流配送理论的研究还比较缺乏。

## 第二节 本书框架

本书第一章为中国物流业现状介绍。首先，从现代物流在国民经济中的地位出发论述了选题背景和选题意义。其次，介绍从物流环节中抽象出来的两个科学问题——“车辆路径问题”和“装箱问题”，并引出这两个科学问题联合起来进行优化的问题。最后，介绍本书的章节安排和研究框架。

本书第二章为文献综述部分。首先，研究车辆路径问题相关研究文献，总结车辆路径问题的分类及整体研究现状。其次，研究装箱约束车辆路径问题相关研究文献，详细描述了考虑二维装箱约束的车辆路径问题和考虑三维装箱约束的车辆路径问题，并全面总结这两个问题的研究现状。最后，总结装箱约束车辆路径问题的求解思路和求解算法。

本书第三章为混合车辆路径问题模型的建立及求解部分。首先，研究考虑多车场、多车型、多产品的混合车辆路径问题，并建立相应的数学模型。其次，研究模糊遗传算法的基本原理和实现方法，并提出一个新的模糊逻辑控制器，在此基础上设计一种新的模糊逻辑遗传算法。最后，通过一系列数值试验检验算法性能，并针